【土木計画学研究・講演集 No.9 1986年10月】

バス路線別評価手法の開発に関する２，３の考察

Some Theoritical Aspects on Evaluation
of Bus Transport Service

溝上章志* 松井寛**

by Shoshi MIZOKAMI and Hiroshi MATSUI

Bus transport service and fare would be determined according to social welfare maximization criteria subject to budjet constraint. Even if a public campany operates bus transport, it would behave so as to maximize its profit.

Firstly, we make clear a relation between social optimal solutions and profit maximum ones subject to budjet constraint. Secondly, we estimate a bus cost function by translog type cost function based on behavioral criteria of bus campany.

By use of these results, we develop a model to evaluate a route servise and fare as a function of trip demands along its route.

１．はじめに

バス輸送のサービス水準や料金は、その公共性の高さから社会的最適化基準によって設定されるべきであろう。しかし、公共バス輸送事業といえども企業が運営している以上、その行動は利潤最大化行動規範に従う。さらに、事業は独立採算が原則となっている。このとき、独立採算制約下でバス輸送企業が最適行動をとった場合の最適状態と社会的最適状態とは異なると考えられることから、これらの状態相互の関係を明らかにしておくことが必要である。これが本研究の第一の目的である。

社会的最適化にしても利潤最大化にしても、その目的を達成するためのモデルには正しく推定されたバス輸送需要関数とバス輸送企業の営業費用関数とが必要である。料金やサービス水準の関数としての需要関数については、従来多くの研究が行われているものの、バス輸送企業の営業費用関数についてはあまり深い考察が加えられていない。社会的最適性を論じる場合には、人の交通行動規範に基づくモデルを需要関数として用いることが有効であるように、費用関数についても企業の行動を反映したモデルを用いる必要がある。本研究の第２の目的は、企業の行動に関する経済的裏付けのあるトランスログ型関数を用いてバス輸送企業の費用関数の推定を行い、費用構造特性を明らかにすることである。

現実には、バス輸送は他の交通機関に対するサービス水準の低下のために輸送人員が減少し、輸送人員の減少がサービス水準の低下を招くという悪循環に陥っており、各都市のバス輸送企業は赤字経営を強いられている。そのため年々多くの不採算路線の廃止統合が行われているが、このときの路線評価指標には通常、路線営業係数や輸送密度が用いられている。しかし、これらの指標は料金やサービス水準

＊正会員 工博 名古屋工業大学助手 社会開発工学科 （〒466 名古屋市昭和区御器所町）
＊＊正会員 工博 名古屋工業大学教授 社会開発工学科 （同上）

が設定された後の路線営業の結果である運賃収入や乗客数を用いて算出されるものである。本来、路線のサービス水準、料金と輸送需要の合理性は社会的最適性に照らして評価されるべきである。このとき重要となるのは沿道の総交通需要である。たとえ独立採算条件下での社会的余剰最適解が得られたとしても総交通需要が小さいために実行不可能な料金やサービス水準となる場合もあり、当該路線が独立採算運営の実行可能な路線か、あるいは利潤を期待することはできず利用者に対するシビルミニマムを維持する路線であるのかを総交通需要の大きさによって分離し、路線の性格にあったサービス供給を行う必要がある[1]。本研究の第３の目的は、独立採算制約下での社会的余剰を最大にする実行可能領域を路線沿道の総交通需要の関数として求めることである。

２．独立採算制下での社会的最適性 [2)3)]

バス輸送企業は通常、独立採算制下におかれている。その条件のもとで、バス輸送企業は路線別の運賃収入と運営費用の差である利潤を最大にするように行動する。しかし、その公共性の高さから、バス輸送サービス水準と料金は社会的余剰が最大になるように決定されることが社会的に最も望ましいと考えられる。本章では独立採算制条件下でのバス輸送企業の最適行動が社会的に最適な状態を実現できるか否かを検討する。

いま、バス料金をＰ、輸送需要量をＱ、サービス水準をＲ、バスの費用関数を次式のように仮定する。

$$C = C(Q, R, w) \tag{1}$$

ここでwは投入要素価格である。また、バス料金は、

$$P = P(Q, R) \tag{2}$$

で定義できるものとする。このとき、

$$P(Q, R)\cdot Q - C(Q, R, w) \geq 0 \tag{3}$$

なる独立採算制条件下での利潤Πと社会的余剰Ｗの最大化問題は以下のように定式化される。

（Ｐ１）

$$\max: \Pi = P(Q, R)\cdot Q - C(Q, R, w) \tag{4}$$
$$\text{s.t.}\quad P(Q, R)\cdot Q - C(Q, R, w) \geq 0$$

（Ｐ２）

$$\max: W = \int_0^Q P(q, R)\,dq - C(Q, R, w) \tag{5}$$
$$\text{s.t.}\quad P(Q, R)\cdot Q - C(Q, R, w) \geq 0$$

これらの問題に対するラグランジュ関数は、

$$L_1 = (1+\lambda)\cdot\{P(Q, R)\cdot Q - C(Q, R, w)\}$$
$$L_2 = \int_0^Q P(q, R)\,dq - C(Q, R, w) + \mu\cdot\{P(Q, R)\cdot Q - C(Q, R, w)\}$$

となる。社会的余剰最大化問題（Ｐ２）の最適性の条件は、

$$\begin{aligned}
&\frac{\partial L_2}{\partial Q} = P - \frac{\partial C}{\partial Q} + \mu\left[\frac{\partial P}{\partial Q}\cdot Q + P - \frac{\partial C}{\partial Q}\right] = 0\\
&\frac{\partial L_2}{\partial R} = \frac{\partial \int_0^Q P(q, R)\,dq}{\partial R} - \frac{\partial C}{\partial R} + \mu\left[\frac{\partial P}{\partial R}\cdot Q - \frac{\partial C}{\partial R}\right] = 0\\
&P(Q, R)\cdot Q - C(Q, R, w) \geq 0\\
&\mu\cdot[P(Q, R)\cdot Q - C(Q, R, w)] = 0\\
&\mu \geq 0
\end{aligned} \tag{6}$$

であり、一方、バス輸送企業の利潤最適化問題の最適性の条件は、

$$\begin{aligned}
&\frac{\partial L_1}{\partial Q} = (1+\lambda)\cdot\left[\frac{\partial P}{\partial Q}\cdot Q + P - \frac{\partial C}{\partial Q}\right] = 0\\
&\frac{\partial L_1}{\partial R} = (1+\lambda)\cdot\left[\frac{\partial P}{\partial R}\cdot Q - \frac{\partial C}{\partial R}\right] = 0\\
&P(Q, R)\cdot Q - C(Q, R, w) \geq 0\\
&\lambda\cdot[P(Q, R)\cdot Q - C(Q, R, w)] = 0\\
&\lambda \geq 0
\end{aligned} \tag{7}$$

となる。式(７)の$\lambda \geq 0$より$\lambda + 1 > 0$が常に成立するから、社会的余剰最適化問題（Ｐ２）のラグランジュ乗数μの値にかかわらず、利潤最大解上では、

$$\begin{aligned}
&\frac{\partial P}{\partial Q}\cdot Q + P - \frac{\partial C}{\partial Q} = 0\\
&\frac{\partial P}{\partial R}\cdot Q - \frac{\partial C}{\partial R} = 0
\end{aligned} \tag{8}$$

が成立している。

以上の定式化のもとで、独立採算制約下での企業の最適行動解と社会的最適解の関係を、L_2のラグランジュ乗数μの値がとる次の二つの場合に分けて考える[4)]。

（ｉ）$\mu = 0$の場合‥‥これは$P(Q, R)\cdot Q - C(Q, R, w) \geq 0$、つまり独立採算制約領域の内側、また

は境界上に社会的最適解が存在する場合である。このとき、利潤最大化問題の最適解上で、式(8)より

$$\frac{\partial L_2}{\partial Q}=-\frac{\partial P}{\partial Q}$$
$$\frac{\partial L_2}{\partial R}=\frac{\partial\int_0^Q P(q,R)dq}{\partial R}-\frac{\partial P}{\partial R}\cdot Q \tag{9}$$

が成立する。一般に、

$$\frac{\partial P}{\partial Q}<0,\quad \frac{1}{Q}\cdot\frac{\partial\int_0^Q P(q,R)dq}{\partial R}-\frac{\partial P}{\partial R}>0 \tag{10}$$

が成立するから、利潤最大解上では

$$\frac{\partial L_2}{\partial Q}>0,\qquad \frac{\partial L_2}{\partial R}>0 \tag{11}$$

となる。また、社会的余剰最大解は、

$$\frac{\partial L_2}{\partial Q}=P-\frac{\partial C}{\partial Q}=0$$
$$\frac{\partial L_2}{\partial R}=\frac{\partial\int_0^Q P(q,R)dq}{\partial R}-\frac{\partial C}{\partial R}=0 \tag{12}$$

を満足する点で与えられる。

(ii) $\mu>0$ の場合‥‥これは $P(Q,R)\cdot Q-C(Q,R,w)=0$、つまり社会的余剰最適解が制約式(3)の外にあるため収支均衡状態で最適解が決まる場合である。この場合も(i)の場合と同様に利潤最大化問題（P1）の最適解上で、

$$\frac{\partial L_2}{\partial Q}>0,\qquad \frac{\partial L_2}{\partial R}>0 \tag{13}$$

が成立し、社会的余剰最大解は、

$$P-\frac{\partial C}{\partial Q}>0$$
$$\frac{\partial\int_0^Q P(q,R)dq}{\partial R}-\frac{\partial C}{\partial R}>0$$
$$P(Q,R)\cdot Q-C(Q,R,w)=0 \tag{14}$$
$$\frac{P-\frac{\partial C}{\partial Q}}{\frac{\partial P}{\partial Q}\cdot Q+P-\frac{\partial C}{\partial Q}}=\frac{\frac{\partial\int_0^Q P(q,R)dq}{\partial R}-\frac{\partial C}{\partial R}}{\frac{\partial P}{\partial R}\cdot Q-\frac{\partial C}{\partial Q}}=-\mu$$

を満足する点で与えられる。

(i)、(ii)の結果から以下の結論を導くことができる。独立採算制により条件式(3)を満足することを強く課せられているバス輸送企業においては、サービス水準、輸送需要とも企業の最適行動規範である利潤最大化の最適解よりも高い水準ではじめて社会的に最適となる。したがって、独立採算制では企業が利潤最大行動をとった場合には社会的最適は達成されない。

3．バス輸送企業の費用関数

本章では、費用関数を特定化するために、バス輸送企業の営業費用に関する経年データを用いてバス輸送企業の費用関数の推定を行い、その構造特性を明らかにする。

(1) トランスログ型費用関数

いま、n種の生産要素 $x_1,x_2,\cdots,x_n$ を投入して生産物yを生産する場合を考える。各生産要素価格を $w_1,w_2,\cdots,w_n$ としたとき、生産主体は生産物をyだけ生産するのに費用が最小になるように生産要素の投入量の組み合せ $(x_1,x_2,\cdots,x_n)$ を決める。このとき、最小費用は

$$C(w_1,w_2,\cdots,w_n;\ y)=\min_{X}\{\sum_i^n w_i x_i \mid y=f(x_1,\cdots,x_n)\} \tag{15}$$

となる。すなわち最小費用Cは生産要素価格と産出量の関数となり、これを費用関数と呼ぶ。一方、企業の生産関数を $y=f(x_1,\cdots,x_n)$、投入要素価格を w_i とするとき、企業は総費用制約下で生産量を極大にするように投入要素量を決定する。この問題は以下のように定式化できる。

$$f(X)=\max_{X}\{f(X)\mid \sum_i^n w_i x_i\leqq C(w,y)\} \tag{16}$$

いま w_i が与えられると、この極大化問題の解より生産要素需要関数を求めることがでる。この生産要素を用いて達成可能なレベルまで産出物を生産するという条件を課した場合、原問題(16)の双対問題は式(15)で表現できる。これは最大産出量を実現するという制約のもとで総費用を最小にする投入要素量 x_i を求める問題であり、まさに費用関数となる。以上のことから生産関数と費用関数とは双対関係にあり、費用関数は企業の最適行動の費用への反映となる。ここでは費用関数、そのなかでもコブ・ダグラス型のように費用構造の特性を関数形の中にあらかじめ特定化せず、その特性の有無を推定パラメータの統計的検定や各構造指標の算出により検証できるトランスログ型費用関数を用いてバス輸送企業の費用関数の分析を行う。

n個の投入要素とm個の産出物を持つ場合のトランスログ型費用関数は次式で表される。

$$\ln C = A_0 + \sum_i^m \alpha_i \ln Q_i + \sum_i^n \beta_i \ln W_i + (1/2)\sum_i^m\sum_j^m \delta_{ij}\ln Q_i \ln Q_j + (1/2)\sum_i^n\sum_j^n \gamma_{ij}\ln W_i \ln W_j + \sum_i^m\sum_j^n \rho_{ij}\ln Q_i \ln W_j \quad (17)$$

Q_i は産出量、W_i は投入要素価格、$A_0, \alpha_i, \beta_i, \delta_{ij}, \gamma_{ij}, \rho_{ij}$はパラメータである。生産活動においては、各産出物、投入要素価格相互に

$$\delta_{ij} = \delta_{ji}\ ,\ \ \gamma_{ij} = \gamma_{ji} \quad (18)$$

という対称性が成り立つ。また投入要素価格に関して規模の経済は働かないから、費用関数は投入要素価格について１次同次であるため以下が成立する。

$$\sum_i^n \beta_i = 1$$
$$\sum_j^n \gamma_{ij} = 0 \quad (i = 1, \cdots, n) \quad (19)$$
$$\sum_j^n \rho_{ij} = 0 \quad (i = 1, \cdots, m)$$

このようにトランスログ型費用関数は企業の行動に対する経済学的な裏付けを持つ上に、パラメータに関して線形であることからパラメータ推定段階における操作性が高いという工学的利点を持つ。

(2) モデルの定式化 [6)]

本節ではバス輸送の短期の可変費用関数を求める。説明変数には産出物として乗車人員とバス走行台キロを、投入要素価格として燃料単価と労働単価を用いている。この場合のトランスログ費用関数は条件式(18)，(19)を考慮すると次式で定式化できる。

$$\ln C - \ln w = A_0 + \alpha_1 \ln Q + \alpha_2 \ln R + \beta_2(\ln f - \ln w) + (1/2)\delta_{11}(\ln Q)^2 + \delta_{12}\ln Q \ln R + (1/2)\delta_{22}(\ln R)^2 + (1/2)\gamma_{11}(\ln w - \ln f)^2 + \rho_{11}\ln Q(\ln w - \ln f) + \rho_{21}\ln R(\ln w - \ln f) \quad (20)$$

ここにQ：輸送需要、R：走行台キロ、w：労働単価、f：燃料単価、C：総費用であり、A_0, α_1 などは未知パラメータである。走行台キロはバス輸送企業の設定しうるサービス変数であるため真の産出物とは言いがたいが、ここであえて産出量として走行台キロを導入しているのは、費用関数のなかで輸送需要とサービス水準とのトレードオフ関係を明示的に表現するためである。トランスログ費用関数の未知パラメータを推定する際の各価格データについてはデフレータにより現在価格に修正した値を用いている。また、各変数zは、

$$z^* = \ln z - \ln \bar{z}$$

なる変数変換を行う。ここで￣は各変数の平均値を示す。トランスログ費用関数の係数の推定問題は、最終的に重回帰分析に帰着できる。推定に使用したデータは名古屋市営バス輸送部門の昭和38～57年の経年データである。

推定結果を表－１に示す。推定式のＦ値は高く統計的に有意であり、寄与率も0.95と高い値を示している。次にバス輸送費用関数の構造特性を考察する。(ⅰ)相似拡大・同次・・・・この条件は、すべてのρ_{ij}が０とみなせることである。ρ_{ij}のｔ値により$\rho_{21} \neq 0$であることから、バス輸送費用関数の相似拡大・同次はいえない。(ⅱ)投入要素に関する線形分離性・・・・すべてのi，jに対して$\gamma_{ij} = 0$なら費用関数には線形分離性があるといえるがγ_{11}のｔ値から$\gamma_{11} = 0$とみなせる。従って費用関数には投入要素価格に関して分離性があるといえる。(ⅲ)費用関数の投入要素価格に対する凹性・・・・費用関数が well-behaved であるためには関数が投入要素価格に対して凹であり、各要素需要関数は常に正でなければならない。投入要素価格に対して凹であることは、各変数のとりうる近傍で費用関数のヘッセ行列が半負定値であることによって保証される。各年度ごとにヘッセ行列の固有値を計算した結果、すべて負となり、実績データの近傍で投入要素価格に対する費用関数の凹が保証されている。また、推定された費用関数は実績データを用いて構築されたモデルであるから、各要素需要関数も実績データの近傍で正であるという条件は成立していると考えられる。

以上のことからここで推定された費用関数は統計的にも経済学的構造の上からも有効であり、路線評価手法の中で用いられる費用関数としても十分使用するに耐えると考えられる。

(３) 規模の経済性に関する検討

産出物iに関する費用弾力性指標$\partial \ln C/\partial \ln Q_i$と$i$に対する規模の経済性を示す$ECS_i$の間には、

$$ECS_i = (\partial \ln C/\partial \ln Q_i) - 1 \quad (21)$$

表－1　費用関数式の推定結果

変数	推定値	t 値
A_0	11.90	
α_1	0.11	0.21
α_2	1.97	4.08
β_2	0.29	2.68
δ_{11}	-11.80	0.87
δ_{12}	14.31	1.65
δ_{22}	-7.36	0.63
γ	-0.25	0.31
ρ_{11}	-2.14	0.79
ρ_{21}	3.49	2.20
F値	16.04	
寄与率	0.94	

表－2　公共バス輸送の生産性構造特性値

年度	規模の経済性		限界費用		平均費用	
	ECS_q	ECS_r	MC_q	MC_r	AC_q	AC_r
45	0.08	0.51	0.03	0.21	0.03	0.14
46	0.45	0.32	0.04	0.19	0.03	0.14
47	-0.50	0.43	0.02	0.29	0.04	0.20
48	-0.22	-0.30	0.04	0.17	0.05	0.24
49	-1.17	0.97	-0.01	0.63	0.06	0.32
50	-1.28	1.13	-0.02	0.77	0.07	0.36
51	-1.58	1.47	-0.04	0.01	0.07	0.41
52	-1.58	1.14	-0.05	0.94	0.08	0.44
53	-1.47	0.11	-0.04	0.49	0.08	0.44
54	-1.13	-0.23	-0.01	0.34	0.09	0.45
55	-1.14	-0.31	-0.01	0.34	0.09	0.49
56	-0.88	-0.84	0.01	0.08	0.10	0.50
57	-0.89	-1.14	0.01	-0.07	0.10	0.52

なる関係がある。ECS_i はその符号により、規模の経済性($ECS_i<0$)、規模の不経済性($ECS_i>0$)、規模の経済が働かない($ECS_i=0$)という費用構造特性を明らかにすることができる。規模の経済が働くとは産出規模を大きくすればするほどそれに伴う費用が減少することを意味している。また、費用弾力性は社会的に最適な料金を示す限界費用MC_i やフルコストを満足する平均費用AC_i と以下のような関係にある。

$$MC_i=\partial C/\partial Q_i=AC_i\cdot(ECS_i+1) \quad (22)$$

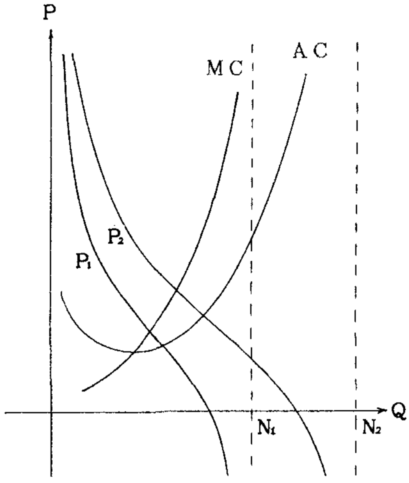
これらの指標（表－2参照）より、バス輸送費用の規模の経済性について以下のことが明らかになった。①従来、バス輸送には規模の経済は働かないという例が多く発表されいるが、乗車人員に関しては規模の経済が働くことが明らかになった。②バスは乗車率にかかわらず一台で容量まで輸送可能であるため、乗車率に無関係に走行台キロを増加させると規模の不経済を招くこととなる。③一方、乗車人員は乗車率そのものを表す産出量と考えられるが、バス車両の購入や運転手などの労働力の投入による費用増は階段状にしか進まないことから、バス輸送は乗車人員の増加に対して規模の経済が働く費用構造となっている。④昭和47年以降、平均費用AC_q は限界費用 MC_qよりもかなり大きくなっている。これは、現況のバスサービスに対する需要構造、費用構造、または総交通需要のもとでは、社会的余剰最適化だけによって独立採算制約条件式(3)を満足する料金とサービス水準の決定はできないことを示している。

4．バス路線別評価手法

2章における社会的最適解と企業の最適行動解に関する関係の展開は独立採算制約が満足される場合を対象としていた。しかし、現況のバス輸送システムに対する需要構造、運営費用構造、およびバス路線沿線の総交通需要Nの大きさによっては常識的な解の範囲で式(3)が成立するかが大きな問題である。名古屋市営バス輸送では、現行料金が限界費用に等しいとすればこの条件は成立していない。式(3)が成立すると考えられるのは、①営業費用関数Cが、Q，Rに対して感度が小さく、②輸送需要QのRに対する感度が高いか、③路線沿道総交通需要Nそのものが大きい場合である。このうち、③は前述した路線の性格の分離や新規バス路線の導入計画時には特に重要な指標である。Nの大きさと関係づけて独立採算制約下での社会的余剰最適解を求めるためには、2章で定式化したモデルに独立変数としてNを導入する必要がある。それには料金Pを、

$$P=P(Q,R,N) \quad (23)$$

と定義する。これはバス輸送需要が総交通需要に対する他交通機関との分担需要として定義されるような場合である（図－1参照）。このときの利潤最大



図－1　路線沿道交通需要と社会的最適

解と社会的最適解の関係は、式(6)と(7)とに、

$$\frac{\partial L_2}{\partial N}=\frac{\partial \int_0^Q P(q,R,N)dq}{\partial N}+\mu\left[\frac{\partial P}{\partial N}\cdot Q\right]=0 \quad (24)$$

$$\frac{\partial L_1}{\partial N}=(1+\lambda)\cdot\left(\frac{\partial P}{\partial N}\cdot Q\right)=0 \quad (25)$$

が、式(8)に、

$$\frac{\partial P}{\partial N}\cdot Q=0 \quad (26)$$

が追加される。また式(12)に、

$$\frac{\partial L_2}{\partial N}=\frac{\partial \int_0^Q P(q,R,N)dq}{\partial N}=0 \quad (27)$$

が、式(14)に、

$$\frac{\partial \int_0^Q P(q,R,N)dq}{\partial N}>0$$
$$\frac{\dfrac{\partial \int_0^Q P(q,R,N)dq}{\partial N}}{\dfrac{\partial P}{\partial N}\cdot Q}=-\mu \quad (28)$$

が追加されるだけで他は前と同じである。一般に、

$$\frac{\partial \int_0^Q P(q,R,N)dq}{\partial N}\geqq 0 \quad (29)$$

が成り立つから、利潤最大解上では、

$$\frac{\partial L_2}{\partial Q}>0,\quad \frac{\partial L_2}{\partial R}>0,\quad \frac{\partial L_2}{\partial N}\geqq 0 \quad (30)$$

が成立する。つまり、独立採算制約を課せられたバス輸送企業においては、沿道総交通需要水準に関しては利潤最大解に等しいかそれよりも大きな水準で、輸送需要とサービス水準に関しては利潤最大解よりも大きな水準でしか社会的最適を達成することはできない。

ここで、Nを独立変数とした時、営業費用関数C、または限界費用関数の関数型によってはNが大きくなればなるほど独立採算制約条件式(3)のもとでの社会的余剰が大きくなる場合がある。しかし、路線の性格の分離や路線導入計画時に必要な情報は、現在の総交通需要が与えられたとき独立採算制約下の社会的余剰が最大となる実行可能領域が存在するかどうかである。言いかえれば、独立採算制約下で社会的余剰最適解の実行可能領域が存在する総交通需要の最小値に現在の沿道総交通需要が達しているかどうかを明らかにすることである。このことは、路線沿道の総交通需要の最小化問題と社会的余剰最大化問題とのパレート解のうち、実行可能な選好解集合を求めることと同じである。したがって、この問題は、

$$\begin{cases} \max: F_1=\int_0^Q P(q,R,N)dq-C(Q,R,w) \\ \qquad \text{s.t.} \begin{cases} P(Q,R,N)\cdot Q-C(Q,R,w)\geqq 0 \\ Q,R,N\geqq 0 \end{cases} \\ \min: F_2=N \\ \qquad \text{s.t.}\quad N\geqq 0 \end{cases}$$

なる多目的計画問題の非劣解のうちから実行可能な選好解集合を求める多目的決定問題として定式化できる。このときの選好解集合を求める方法としては、路線沿道の総交通需要F_2がある与えられた値以下になることを保証する満足条件を満たすもののなかから、最適解が実行可能であるという判定基準に基づき社会的余剰F_1を最大にする最良の解をみいだす最適満足化計算法が合理的であると考えられる。

5．まとめ

本研究では、社会的余剰最大化基準を用いてバス路線のサービス水準と料金の設定を行う場合、①独立採算制約を強いられたバス輸送企業の最適行動解と社会的最適解との関係の解明、②企業の行動に関する経済的裏付けをもつトランスログ型費用関数を用いた費用関数の分析、③実行可能な社会的最適解と路線沿道総交通需要との関係を示すモデルの開発について考察を行った。

本研究で得られた結果をまとめると以下のようになる。①独立採算制約を強いられたバス輸送企業が利潤最大化行動規範に従ってサービス水準、輸送需要を決めた場合、社会的最適状態は実現できない。②社会的最適なサービス水準と輸送需要は、利潤最大となるのサービス水準、輸送需要よりも高いレベルでしか達成できない。③名古屋市営バス輸送の経年データを用いて推定されたトランスログ型費用関数は、統計的に有効で経済的にもwell-behavedなものとなり、社会的余剰最大化基準によるバス路線評価モデルの費用関数として有用である。④名古屋市営バス輸送においては、社会的最適化基準だけでは独立採算制約を満足する料金とサービス水準の決定はできない。⑤独立採算制約下で実行可能な社会的最適解を得ることができる路線沿道総交通需要の範囲を求めるモデルを、社会的余剰最大化、路線沿道総交通需要最小化という多目的計画問題として定式化した。

今後、実際に推定されたバス需要関数を用いて実行可能な選好解集合を求め、路線の性格の分離や計画路線の事前評価に応用していくことが残された課題である。

参考文献

1）竹内・山田・鈴木：バス路線の経営分析と潜在集客能力，土木計画学研究・講演集，No.8,pp.168-175,1986.

2）寺田一薫：公共旅客輸送における社会的最適便数，高速道路と自動車，Vol.27,No.6,pp.21-27,1984.

3）溝上・河上：バス路線別評価手法に関する一考察，土木学会中部支部研究発表会講演概要集，pp.286-287,1985.

4）井上博司：都市高速道路の最適規模と料金水準に関する2，3の理論的考察，土木学会論文報告集,No.336,pp.121-131,1983.

5）J. Berechman : Costs, Economies of Scale and Factor Demand in Bus Transport, Journal of Economics and Policy, XVII(2),pp.1-16,1983.

6）松井・溝上・森：バス輸送の生産性評価に関する研究，土木学会中部支部研究発表会講演概要集，pp.290-291,1986.